

УДК 633.15:632.954.631.8

Онопрієнко Д. М. (Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпропетровськ)

ВПЛИВ ФЕРТИГАЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ

В статті наведені експериментальні дані багаторічних досліджень які свідчать про те, що на чорноземах звичайних північному Степу України при вирощуванні кукурудзи на зерно азотні добрива ефективніше вносити з поливною водою (фертигація). Показані переваги фертигації у порівнянні з традиційним поверхневим способом внесення мінеральних добрив.

Ключові слова: кукурудза, фертигація, мінеральні добрива, ґрунт, поливна вода.

Вступ. Для одержання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур на зрошуваних землях слід використовувати науково обґрунтовані технології вирощування, спрямовані на підвищення інтенсивності продукційних процесів, зменшення витрат поливної води на одиницю рослинницької продукції з урахуванням біологічних особливостей культур і характеру їхнього водоспоживання [1].

В умовах зростаючого рівня хімізації землеробства однією з найактуальніших проблем є підвищення ефективності добрив. Успішне її вирішення передбачає необхідність комплексного еколого-агрохімічного підходу до оптимізації мінерального живлення рослин, кругообігу і балансу поживних речовин у системі ґрунт-рослина-добрива. Технології внесення мінеральних і органічних добрив повинні забезпечувати не лише вимоги землеробства, а й охорону довкілля [2]. Добрива в умовах зрошення добре окупаються прибавками врожаю зернових культур. За узагальненими результатами наукових досліджень, проведених на півдні України при зрошенні встановлено, що кожний внесений кілограм поживних речовин мінеральних добрив сприяє формуванню врожаю зерна пшениці озимої в межах 5,5-7,0 кг, а кукурудзи – 5,9-7,3 кг. В умовах зрошення при врахуванні агрохімічного стану ґрунтів використання мінеральних добрив у оптимальних дозах є одним з вирішальних факторів стабілізації землеробства, бо вони забезпечують до 70-75% загального приросту врожаїв сільськогосподарських культур [3].

На внесення добрив при вирощуванні кукурудзи в Степу України припадає третина енергетичних витрат. Традиційна технологія внесення мінеральних добрив є на сьогодні недосконалою. У ній переважають техногенні фактори замість біологічних, тому часто удобрюють ґрунт, а не рослини. Добрива, що вносять під основний обробіток ґрунту майже за півроку до їх інтенсивного використання рослинами кукурудзи, втрачають багато поживних речовин за рахунок мінералізації, випаровування в повітря і вимивання в глибокі шари ґрунту, забруднюючи навколишнє середовище.

Технологічні можливості існуючих розкидачів дуже низькі [3]. Нерівномірність розподілу ними добрив по полю, особливо в разі внесення великих доз, сягає 50-75%. За таких умов спостерігається навіть негативна дія добрив на рослини та ґрунт (нітратне забруднення тощо). Крім цього, у господарства добрива надходять нерівномірно, а ті, що придбали під час вегетації кукурудзи, практично не використовуються. Зумовлено це тим, що застосування туків в технології формування врожаїв просапних культур обмежене в часі. Використовувати їх можна тільки до змикання рослин кукурудзи у рядках. Отже, виникла потреба в нових підходах до раціонального використання мінеральних добрив.

Одним із шляхів інтенсифікації зрошеного землеробства є сполучення поливів із застосуванням засобів хімізації, зокрема зі внесенням мінеральних добрив (фертигація), гербіцидів (гербігація), меліорантів і мікроелементів [4].

Поєднання процесів внесення добрив з поливною водою дістало назву фертигація, або удобрювальне зрошення. Застосування добрив з поливною водою докорінно вирішує проблему рівномірного розподілу добрив в активному шарі ґрунту до рівня рівномірності розподілу поливної води. Крім того, важливою перевагою цього способу є можливість подачі

добрив невеликими дозами протягом вегетаційного періоду без пошкодження рослин як механічно, так і через хімічні опіки [4].

Цей спосіб дає змогу поєднати такі енергоємні операції, як внесення добрив, гербіцидів, мікроелементів, вегетаційних поливів, виконання операцій за меншої кількості проходів по полю потужних тракторів з причепами, розкидачами добрив, обприскувачами, іншими засобами механізації, що деформують ґрунт [5, 6].

Аналіз останніх досліджень. Ефективність удобрювального зрошення в нашій державі розпочали ще в 30-х роках минулого століття [7]. Однак великі масштаби хімізації стали можливими тільки у 80-і роки завдяки науково технічному прогресу в розвитку і вдосконаленні зрошувальних систем і дощувальної техніки, створення нових конструкцій обладнання для введення хімічних речовин в поливну воду, подальшій розробці теорії мінерального живлення рослин і створення нових видів добрив.

Фертигація базується на таких експериментальних висновках: по-перше – сумісне використання двох факторів, тобто поливної води і мінеральних добрив, забезпечує більше підвищення урожайності сільськогосподарських культур, ніж сумарний ефект від їх роздільного використання за рахунок ефективнішої взаємодії цих факторів; по-друге – оскільки поливи проведені з відповідною періодичністю підвищують урожайність сільськогосподарських культур за підтримання високого водного потенціалу в ґрунті, то аналогічно і мінеральне підживлення в декілька прийомів дозволяє розділити норму добрив так, щоб роздрібне внесення співпадало з потребами рослин в доступних елементах живлення протягом всього вегетаційного періоду [3, 4].

Досліди, що були проведені в Інституті сільського господарства степової зони України НААН України, показали, що після проведення фертигації урожайність кукурудзи підвищувалась на 5-10%. Кращою виявилась схема внесення азотних туків, за якої повну норму азоту вносили з поливною водою роздрібно рівними дозами після сівби, у фазі 10-12 листків, викидання волотей і початку молочної стиглості зерна. Ця схема забезпечила приріст врожаю на 11,2-12,3% [8].

Однак окремі елементи цього заходу в агротехнології вирощування зерна кукурудзи (терміни, дози, способи фертигації, екологічний фактор) ще недостатньо вивчені.

Мета досліджень – вивчити оптимальні норми, способи та строки внесення мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах зрошення.

Методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 1999-2001 рр. в навчально-дослідному господарстві „Самарський” Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Ґрунтова відміна – чорнозем звичайний слабозмитий середньосуглинковий. Потужність гумусного шару становить 65-70 см, вміст гумусу в орному шарі ґрунту 2,5-3,5%. Вміст азоту після 7 діб компостування (за Кравковим) в 100 г сухого ґрунту 1,4-3,8, фосфору (за Чіріковим) – 11,9-15,5, обмінного калію (за Масловою) – 172 – 248 мг/100 г ґрунту. Підґрунтові води залягають на глибині більше 15 м. Погодні умови за роки досліджень були в цілому сприятливими для вирощування кукурудзи на поливних землях. За вегетаційний період (травень-вересень) 1999 року випало 128 мм дощу, у 2000 р. – 216 мм, а у 2001 році – 192 мм.

У дослідах висівали середньоранній гібрид кукурудзи Pioneer 3978. Вивчали норми мінеральних добрив, розраховані для одержання врожаю зерна на рівні 8 і 10 т/га. Передбачали також варіант без добрив. Технологія вирощування кукурудзи була загальноприйнятою для цієї культури в зоні північного Степу України. Поливи проводили дощувальним агрегатом ДДА-100МА. Мінеральні добрива дозували в поливну воду спеціальним гідропідживлювачем, виготовленим в лабораторії Інституту зернового господарства УААН. Поливний режим передбачав підтримання вологості ґрунту в активному шарі не нижче 70-80% НВ. Зрошувальна норма становила 1800-2100 м³/га.

Посівна площа дослідних ділянок 630, а облікова 150 м², повторність чотириразова. Статистичну обробку одержаних результатів проводили методом дисперсійного аналізу за відомою методикою [9].

Із мінеральних добрив застосовували сечовину (карбамід), гранульований суперфосфат

і калійну сіль. Фосфорні і калійні добрива вносили у розрахункових дозах по ділянках під культивуацію, азотні – відповідно до програми досліджень під культивуацію і з поливною водою. Дози мінеральних добрив для одержання запланованого врожаю зерна кукурудзи обчислювали балансовим методом з урахуванням вмісту основних елементів живлення в орному шарі ґрунту.

Постановка завдання. З метою вивчення ефективності внесення азотних добрив з поливною водою в порівнянні з традиційним поверхневим розкидним способом і визначення оптимальних параметрів фертигації були розроблені різні технологічні схеми внесення мінеральних добрив:

- 1) під культивуацію врозкид на поверхні ґрунту повною нормою (контроль);
- 2) роздрібно: 40% норми врозкид під культивуацію, а з поливною водою дозами по 20% у фази 10 – 12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна;
- 3) роздрібно: 40% норми врозкид під культивуацію, а з поливною водою 40% у фазу 10 – 12 листків і 20% у фазу викидання волотей;
- 4) повна норма азоту з поливною водою роздрібно дозами по 20% у фазах 10-12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна, а у фазу квітання волоті – 40%.
- 5) повна норма азоту з поливною водою роздрібно дозами 40% в період після сівби до фази 10-12 листків, 40% у фазу викидання волотей і 20% у фазу молочної стиглості зерна.

Результати досліджень. Дослідження показали, що вміст у ґрунті азоту який відіграє важливу роль у продуктивності рослин в умовах зрошення, залежить від способу та строків внесення добрива (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст нітратів у 0 – 60см шарі ґрунту в залежності від способів внесення азотних добрив при програмуванні врожаю на 8 т/га (середнє за 1999 – 2001 рр.), мг/кг ґрунту

Варіант	Фаза розвитку		
	5-6 листків	10-12 листків	молочна стиглість зерна
1 - N ₁₅₀ P ₀ K ₆₀ (врозкид під культивуацію)	30,8	26,1	15,3
5 - N ₁₅₀ P ₀ K ₆₀ (з поливною водою)	20,5	25	18,8

При застосуванні мінеральних добривтрадиційним способом врозкид по поверхні ґрунту восени нітрати мігрують із кореневого шару глибше за профілем і, за одержаними даними, він поступово збіднюється. До періоду інтенсивної потреби рослин кукурудзи в азоті (10-12 листків) нітратів у ґрунті було менше, ніж у період 5-6 листків, на 15,3%, а у фазі молочної стиглості зерна – на 50,3%. У той же час при застосуванні карбаміду з поливною водою зміна нітратів у ґрунті на цей період була меншою і містилося їх, особливо у фазі молочної стиглості зерна, значно більше, що позитивно вплинуло на врожайність зерна. Результати обліку врожаю показали, що при застосуванні карбаміду з поливною водою кукурудза дає вищі врожаї, ніж у разі внесення за традиційного способу поверхнево врозкид (табл. 2).

Із підвищенням дози мінеральних добрив підвищувалась і врожайність зерна кукурудзи в середньому на 2,72-4,36 т/га, в порівнянні з варіантом без добрив.

Встановлено, що при вирощуванні запрограмованих врожаїв кукурудзи на зерно фертигація є економічно вигідною в порівнянні з традиційною технологією внесення мінеральних добрив. Цього досягли в основному за рахунок збільшення врожайності. За фертигації зростають матеріальні, грошові і прямі витрати праці на 1га посівів кукурудзи у порівнянні з контролем на 3-4 %, а продуктивність праці зростає майже на 10%.

Біоенергетична оцінка внесення мінеральних добрив показала, що витрати сукупної енергії на 1 га посівів з підвищенням дози мінеральних добрив зростали. При вирощуванні кукурудзи без добрив витрати сукупної енергії були меншими ніж при нормах мінеральних добрив, розрахованих на 8,0 т/га на 15,7 ГДж, а на врожай 10,0 т/га – 32,5 (табл. 2). Це пов'язано з високим енергетичним еквівалентом добрив.

Таблиця 2

Урожайність гібрида кукурудзи Pioneer 3978 залежно від дози і способу внесення мінеральних добрив, т/га

Рівень запрограмованого врожаю	Схема внесення азотних добрив	Рік			У середньому	± до контролю	
		1999	2000	2001		т/га	%
	Без добрив	5,16	5,96	5,48	5,53	-	-
8,0 т/га	1 (контроль)	7,86	7,75	8,01	7,87	-	-
	3	8,14	8,46	8,54	8,38	0,51	6,6
	5	8,28	8,65	8,58	8,51	0,63	8,1
	У середньому	8,09	8,28	8,37	8,25	-	-
10,0 т/га	1 (контроль)	9,28	9,34	9,46	9,36	-	-
	3	9,87	10,20	10,06	10,04	0,62	6,7
	5	10,14	10,32	10,42	10,29	0,93	10,0
	У середньому	9,76	9,95	9,98	9,89	-	-
НІР _{0,5} т/га для схем		0,03	0,47	0,21			
НІР _{0,5} т/га для доз		0,24	0,32	0,13			

Способи внесення азотних добрив мало змінювали величину витрат через те, що витрати на внесення добрив і додаткові витрати на збирання і транспортування додатково одержаного врожаю є незначними в загальних енерговитратах. Енергоємність виробництва 1т зерна з підвищенням норми мінеральних добрив дещо підвищувалась (табл. 3).

Таблиця 3

Біоенергетична ефективність технологічних схем внесення мінеральних добрив на різні рівні запрограмованої врожайності зерна кукурудзи

Рівень запрограмованого врожаю зерна кукурудзи	Схема внесення азотних добрив	Витрати сукупної енергії, ГДж/га	Енергоємність виробництва 1ц зерна, ГДж	Приріст валової енергії на 1 га, ГДж
8,0 т/га	Без добрив	28,9	0,52	166
	1 (контроль)	44,7	0,58	226
	2	44,5	0,53	243
	3	44,6	0,53	245
10,0 т/га	1 (контроль)	61,2	0,59	268
	2	61,5	0,55	296
	3	61,6	0,54	300

При внесенні азотних добрив з поливною водою витрати сукупної енергії на 1 т зерна зменшувались на 0,38-0,59 ГДж, а біоенергетичний коефіцієнт зростав. Величина додатково одержаної енергії з одного гектара становила 15,8-36,8 ГДж. Зазначимо, що при фертигації заощаджується до 0,5-0,6 кг/га пального, а витрата його на 1т урожаю зерна кукурудзи знижується на 8,5%, в порівнянні з традиційним поверхневим розкидним способом внесення мінеральних добрив.

Висновки. На сучасному етапі розвитку зрошуваного землеробства необхідно впроваджувати нові ефективні агротехнології, що передбачають зниження доз мінеральних добрив та підвищення їх окупності в 1,5-2 рази за рахунок оптимізації строків і способів внесення. При вирощуванні запрограмованих врожаїв зерна кукурудзи на зрошуваних землях в Степу України замість традиційних способів внесення азотних добрив доцільно використовувати роздільне їх внесення з поливною водою враховуючи біологічні особливості гібридів.

Вносити з поливною водою мінеральні добрива рекомендується в таких пропорціях і в такі періоди: 40% всією дозою в період 10-12 листків, 40% – у фазу викидання волотей і 20% у фазу молочної стиглості зерна. Це дозволить підвищити урожайність зерна кукурудзи на 2,5-4,5 т/га і забезпечити одержання умовного чистого прибутку з кожного гектара.

Вища окупність мінеральних добрив урожаєм зерна одержана при їх внесенні у нормах, розрахованих на одержання 8 т/га зерна. Подальше підвищення норм туків на рівень запрограмованого врожаю 10 т/га, незалежно від способів внесення, знижувало їх ефективність. Результати досліджень свідчать що поєднання поливів із внесенням мінеральних добрив (фертигація) є ефективним шляхом заощадження енергетичних і матеріальних ресурсів, зниження витрат праці, палива, коштів і підвищення врожайності зерна кукурудзи.

1. Вожегова Р. А. Науково-практичні основи ефективного ведення зрошуваного землеробства / Р. А. Вожегова // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 2. – С. 5–8.
2. Носко Б. С. Агрохимическая и агроэкологическая оценка эффективности применения минеральных удобрений под кукурузу на черноземе типичном / Б. С. Носко, Т. А. Юнакова // Агрохимия, – 1993. – № 14. – С. 61–67.
3. Остапов В. И. Научнообоснованная технология земледелия на орошаемых землях юга Украины / В. И. Остапов, В. А. Писаренко, А. Я. Скрипников // Мелиорация и урожай. – 1985. – № 1. – С. 27–29.
4. Сахаров В. Д. Химизация в культуре кукурузы: итоги науки и техники / В. Д. Сахаров. – ВИНТИ : Растениеводство, 1991. – Т. 8. – 156 с.
5. Ківер В. Х. Вплив фертигації і гербігації на кормові якості зерна кукурудзи / В. Х. Ківер, В. Д. Сахаров, Д. М. Онопрієнко, М. Я. Телятников // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2001. – № 15-16. – С. 98–102.
6. Ківер В. Х. Вплив способів, строків і видів застосування мінеральних добрив на поживний режим ґрунту та продуктивність кукурудзи / В. Х. Ківер, Д. М. Онопрієнко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – № 1 – С. 76–80.
7. Сурдутович Я. М. Опыт внесения минеральных удобрений с водой при орошении озимой пшеницы / Я. М. Сурдутович // Химизация соц. земледелия. – 1937. – № 6. – С. 12–26.
8. Куница В. М. Потребление основных элементов питания при выращивании запрограммированных урожаев кукурузы в условиях орошения Степи Украины / В. М. Куница, В. Т. Пашова // Использование удобрений при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – Днепропетровск, 1990. – С. 69–75.
9. Доспехов Б. А. Методика Полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Доспехов Б. А. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Вознюк С. Т. (НУВГП)

Onopriienko D. M. (Dnepropetrovsk State Agrarian University of Economics, Dnipropetrovsk)

INFLUENCE OF FERTIGATION ON THE YIELD OF CORN

The article presents experimental data of long-term studies that suggest that it is more efficient for corn production at the condition of northern steppe of Ukraine at the black soil to make nitrogen fertilizer together with irrigation water (fertigation). The advantages of fertigation in comparison with the traditional method of surface fertilization have been demonstrated.

Keywords: corn, fertigation, fertilizers, soil, irrigation water.

Оноприенко Д. М. (Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепропетровск)

ВЛИЯНИЕ ФЕРТИГАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ

В статье приведены экспериментальные данные многолетних исследований которые свидетельствуют о том, что на черноземах обыкновенных в северной Степи Украины при выращивании кукурузы на зерно азотные удобрения эффективнее вносить с поливной водой (фертигація). Показаны преимущества фертигації по сравнению с традиционным поверхностным способом внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: кукуруза, фертигація, минеральные удобрения, почва, поливная вода.